Aus der Kruppschen Zahnklinik (Zahn- und Kieferheilstätte)
Essen-Ruhr (Leiter: Dr. h. c. Hauptmeyer).

Ueber die Verbindung des Kautschuks mit Metallplatten unter besonderer Berücksichtigung des Kruppschen Chromnickelstahles (V2A oder Wipla-Metall).

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der

Doktorwürde der Zahnheilkunde

der

Hohen medizinischen Fakultät

zu Marburg

vorgelegt von

HANS SAEHRENDT
prakt. Zahnarzt
aus Zeven

Marburg 1926

Sonderdruck der „Zahnärztlichen Rundschau" 1927, Nr. 6 u. 7

Angenommen von der medizinischen Fakultät
zu Marburg am 21. Juli 1926

Referent: Prof. Dr. Seidel

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Druck: Berlinische Verlagsanstalt G. m. b. H., Berlin NW 87.

Bis vor wenigen Jahren konnten nur finanziell leistungsfähige Kreise die Vorteile einer Gebißplatte aus Metall genießen, da die Kosten für eine Goldprothese — andere Metalle kamen kaum in Frage — den unteren Volksschichten unerschwinglich blieben. Erst die von Hauptmeyer (1 und 2) eingeführte Verwendung des wohlfeilen Kruppschen nichtrostenden Chromnickelstahles (V 2 A) zu Kunstgebissen konnte das Metallgebiß auch den minderbemittelten Volkskreisen zugänglich machen. Eine weitere Verbilligung der Metallplatte stellt ihre Kombination mit Kautschuk dar. Das Kombinationsgebiß besteht aus einer Basisplatte aus Metall, auf die die Zähne in Kautschuk montiert sind.

Die Verbindung dieser beiden Stoffe — Kautschuk und Metall — zu untersuchen, war der Zweck dieser Arbeit, wobei unter den Metallen besonders der Kruppsche Chromnickelstahl von der Marke V 2 A, das sogenannte Wiplametall, berücksichtigt wurde.

Die gesamte zahnärztliche Literatur bringt über das Problem der Befestigung des Kautschuks auf Metallplatten nur wenige, kurze Bemerkungen, die sich meist ausschließlich mit der technischen Herstellung von Befestigungsvorrichtungen befassen. Im folgenden seien diese einer kritischen Betrachtung unterzogen.

Das einfachste Verfahren, eine Metallplatte für die Aufnahme eines Kautschukwalles vorzubereiten, ist das Anrauhen, das Brophy (3) und Lengler (4) bei Aluminiumplatten empfehlen. Von ihnen erachtete aber der erstere diese Befestigungsart allein für nicht genügend. Eine Modifikation des Anrauhens ist das Aufrauhen, das Ausheben von Widerhäkchen aus der Platte, wie es Eugen Müller (5) und Egener (6) beim Aluminium beschreiben.

Detzner (7) bohrte in Goldplatten auf dem Alveolarteile Löcher, in denen sich der Kautschuk verankern konnte. Downie (18) benutzte als Haftpunkte versenkte Löcher. Telchow (8), später Pfaff (9) und zuletzt Preiswerk (10) rieten von dieser Methode ab, da die Basisplatte dadurch nicht unbedeutend geschwächt würde. Scheff (11) bohrt ebenfalls in die Goldplatten Löcher, die er nach der Gaumen-

seite zu konisch sich erweitern läßt, damit der Kautschuk sich zapfenartig einlegen kann. Außerdem versieht er die Platte am Alveolarrande mit Sägeeinschnitten, wie es schon Egener (6) beschrieb. Dieser versah allerdings die Löcher noch mit Einkerbungen, die Polscher (9) mit einer eigens dafür konstruierten Zange mit aufgekrempeltem Rande herstellte; ferner ließ er die Aluminiumplatte an den zu durchbohrenden Stellen hohlliegen, dadurch, daß er auf den Alveolarfortsatz des Modelles vor dem Prägen einen dicken Draht legte, so daß der Kautschuk unter die Platte fließen und sich somit noch fester verankern konnte.

Anstatt nur den Rand des Loches aufzuwölben, sägt Egener (6) an einigen Stellen aus der Aluminiumplatte zungenförmige Stücke aus, die an einer Seite mit der Platte in Verbindung bleiben. Die freien Enden rauht er an, unterfeilt sie schwalbenschwanzförmig und biegt sie hoch. Dieser einfachen Zunge zieht er die Doppelzunge vor: Die Platte wird mit

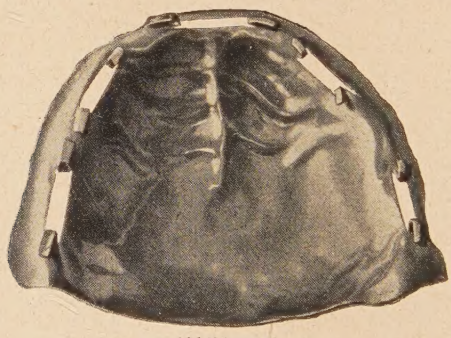

Abbildung 1.

Obere Gebißplatte aus Chromnickelstahl mit den anfänglich angebrachten H-förmigen Aussparungen und umgebördelten Zungen als Haltevorrichtung für den Kautschuk.

H-förmigen Einschnitten versehen und die freien Enden hochgeklappt. Durch solche schlitzförmigen Aussparungen und Umbördeln brachte auch Hauptmeyer (2) bei den zuerst angefertigten Platten aus V2A-Stahl den Kautschukwall zum Halten.

Diese umgebördelten Zungen können sich aber leicht aus dem Kautschuk herausziehen, ohne daß dieser bricht.

Egener (6) und Pfaff (9) nennen eine bessere Methode: das Herausheben von Schlingen aus der Platte mit der von Gartrell eigens zu diesem Zweck konstruierten Zange. Ein Herausziehen dieser Schlingen aus dem unversehrten Kautschukwall ist ausgeschlossen. Trotzdem kann Pfaff dieses Verfahren nicht empfehlen, da beim Herausheben der Schlingen ein Verbiegen der Basisplatte oft nicht zu vermeiden ist.

Da durch die langen schlitzförmigen Aussparungen die Platte noch mehr als durch die Löcher geschwächt wird, sei

von dieser Art der Befestigung des Kautschuks durch ausgehobene Zungen, Doppelzungen, Oesen und Schlingen abgeraten.

Einen anderen Halt für den Kautschuk können nach Preiswerk (10) Stifte bieten, die in die Platte eingelötet sind. Dies Verfahren hat sich schon Engle, wie uns Albrecht (12) berichtet, 1864 in Amerika patentieren lassen. Der Halt wurde wirksamer dadurch, daß er die Stifte zu Haken bog. Harris (13) rauhte die Stifte noch an und versah sie mit Knöpfen. Nach Hagelberg (13) ist dies die älteste Methode; sie war schon zu seiner Zeit nicht mehr üblich. Als ihre Nachteile nennt er die schwierige Anfertigung und die Gefahr, daß die Stifte auf der Oberfläche des Kautschuks zum Vorschein kommen können. Egener (6) kennt diese Befestigungsstifte an Aluminiumplatten, die hier wegen der schlechten Lötbarkeit des Metalles in die gebohrten Löcher eingenietet werden. Als Modifikation nennt er eingenietete U-förmige Oesen. Die Brauchbarkeit und Zuverlässigkeit beider Verfahren hält er für gering. Auch Pfaff (9) pflichtet ihm bei, wenn er sagt: „Da die Zuverlässigkeit dieser Art von Befestigung viel zu wünschen übrig läßt, der Erfolg vor allem gar nicht im Verhältnis zur angewandten Mühe steht, ... so tut man gut, diese Methode nicht anzuwenden."

Egener (6) ist zur Verwendung von Schrauben bei Aluminiumplatten gekommen. Pfaff (9) hält davon nicht viel, da das Aluminiumblech erstens nicht dick genug sein kann, um der Schraube genügend Halt zu geben, und weiter ihm das Aluminium für diese Art der Verwendung zu weich erscheint.

Eine ganz eigenartige Befestigungsart hat Hinschliff (14) angegeben: durch Löcher im Alveolarfortsatz der Platte werden Schrauben von der Gaumenseite her gesteckt, auf die passende Muttern von der Zungenseite her aufgeschraubt werden. Die Muttern werden in Kautschuk einvulkanisiert. Durch Lösen der Schrauben von der Gaumenseite aus kann man bei Reparaturen der Basisplatte vor dem Löten den Kautschukwall in toto entfernen und später wieder aufschrauben. So bestechend dieser Vorteil auf den ersten Blick erscheint, so hat diese Methode doch keine Anhänger gefunden, gewiß wegen ihrer Nachteile: Die Schraubenköpfe müssen recht groß sein, um nicht bei Beanspruchung ausgerissen zu werden, und mit ihrer Größe wächst die Schwierigkeit, sie auf der Gaumenseite zu versenken. Auch den hygienischen Anforderungen genügt wohl eine solche Prothese nicht. Spätestens nach der ersten Reparatur wird sich zwischen Kautschuk und Metall ein Spalt bilden, der eine geeignete Retentionsstelle für Speisereste abgibt.

Die heute am meisten geübte Befestigung des Kautschuks auf Goldplatten erfolgt durch Bandieren. Hauer (14) lötet Blechstege auf die Platte, ebenso Müller (5). Scheff (11) schlägt diese oder solche aus ziemlich starkem Draht vor, während Preiswerk (10) unter allen Umständen starken

wellenförmigen Draht verwendet. Bei Gußstücken modelliert Grawinkel (15) die Brücken gleich auf dem Wachsmodell. Auch Hauptmeyer (2) ließ jahrelang auf die Stahlplatten solche Stege aus Stahlblech als alleinige Haftpunkte aufschweißen.

Durch das Bandieren kann zwar der Kautschukwall auf der Platte gehalten werden, doch wird dadurch nicht das Abblättern und Abheben des Kautschuks an der Abschlußlinie verhindert. Daher läßt Hagelberg (18) den Kautschuk 1 mm über den Rand der Goldplatte reichen.

Gäng (16) und Müller (5) feilen bei Aluminium diesen Plattenrand außerdem gegen den Gaumen schräg ab, so daß der Kautschuk auch unter den Rand fließen kann.

Andere Autoren stanzen den Plattenrand um oder schneiden ihn sägeartig aus und biegen ihn dann um. Diese erstere Methode bringt eine bedeutende Erschwerung des Stanzens mit sich, bei der zweiten ist ein Verbiegen der Platte und damit ein schlechtes Anliegen am Kiefer zu befürchten. Nach Müller (5) tritt bei evtl. nötig werdendem Beschleifen der Prothese der Kautschuk zu Tage, was zum mindesten unschön wirken kann. Müller lötet daher bei Goldplatten einen 1 mm starken Draht auf den Plattenrand, und zwar legt er das Lot auf den äußeren Rand des Drahtes, damit der innere untersetzt bleibt.

Ist man aber bei der fertigen Prothese, um Druckstellen zu vermeiden, gezwungen, die Platte an den Rändern zu kürzen, so werden dabei die nur auf dem äußersten Rande angebrachten Haftstellen zum Teil weggeschliffen, und ihre Wirkung wird mithin mehr oder weniger illusorisch.

Auch für einen Schutz der lingualen Begrenzung des Kautschukwalles muß Sorge getragen werden. Engle versah nach Albrecht (12) schon 1864 die Platte am inneren Rande des Zahnfortsatzes mit einem metallischen „Abschlusse", der wohl dem lingualen Abschlußdraht entspricht, den Hauptmeyer (2) heute auf den Kruppschen Stahlplatten ebenfalls anbringen läßt. Pfaff (9) und Müller (5) lassen bei gestanzten Aluminiumplatten den Kautschuk an der inneren Gaumenseite in einem mit Stichel und Bohrer gezogenen untersichgehenden Graben enden.

Bei gegossenen Platten faßt Grawinkel (17) den Raum, den später der Kautschuk bedecken soll, schon auf dem Wachsmodell mit einem Wachsstreifen ein.

Alle diese Befestigungsarten stellt in den Schatten die Befestigung des Kautschuks durch aufgelötetes Netzblech nach Müller (5). Er stanzt auf derselben Matrize, auf der er die Platte geprägt hat, ein Stück Goldnetzblech, wie man es zur Verstärkung von Kautschukstücken benutzt. Dieses siebartige Blech lötet er an einigen Punkten des Alveolarteiles der Platte fest, die freien Enden des Bleches biegt er um. Der Kautschuk fließt beim Vulkanisieren durch die Löcher des Bleches, so daß dies ganz im Kautschuk zu liegen kommt

Zugleich bildet das Netzblech eine Verstärkung der Goldplatte, die daher nur einfach zu sein braucht, was ein geringeres Gewicht und eine beachtenswerte Goldersparnis bedeutet. Hauptmeyer (25) verwendet jetzt bei seinen Stahlplatten Drahtgaze aus dem gleichen nichtrostenden Material, die er auf den mit Kautschuk zu bedeckenden Teil der Platte legt und rundherum anschweißt. Der Kautschuk hält auf diesem siebartigen Grunde so fest, daß bei den in der Kruppschen Zahnklinik ausgeführten Zerreißversuchen der Kautschuk nicht früher sich von der Platte löste, als bis er in sich selbst brach. Außer der Gaze erhält heute jede V2A-Platte Stege und lingualen Abschlußdraht, und bukkal läßt man den Kautschuk 1 mm über den Plattenrand gehen.

Diese Uebersicht über die verschiedenen Wege, den Kautschuk auf Metallplatten zu befestigen, zeigt, daß es möglich ist, den Kautschuk dauerhaft zu fixieren. Doch sind diese Methoden zum Teil recht umständlich und bedingen neben einer Verlängerung der Arbeitszeit, bei einigen auch erhöhten Anforderungen an die Geschicklichkeit, teils eine Schwächung, teils eine Beschwerung der Prothese.

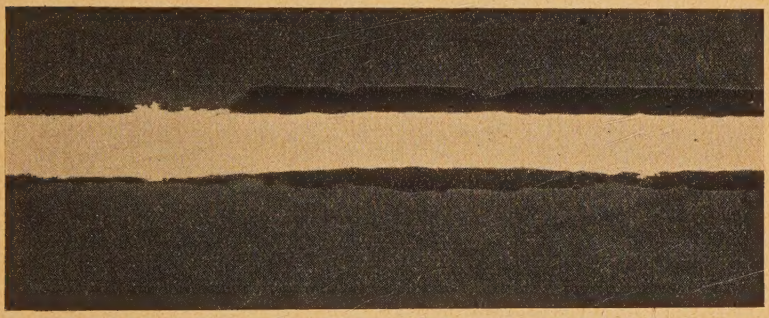

Abbildung 2.

Schliff: 18kar. Gold, mit Salzsäure gebeizt, in Black Dental Rubber eingebettet; Spaltbildungen zwischen beiden Stoffen. Vergr. 50fach.

Daher wurde die Aufgabe gestellt, die Verbindung des Kautschuks an Metallplatten zu untersuchen. Den Anstoß zu den folgenden Versuchen gab eine beim Studium der einschlägigen Literatur wieder aufgefundene Arbeit von Jung und Müller (17). Diese prüften gelegentlich ihre Versuche über das Vulkanisieren des Kautschuks 1897 auch sein Verhalten zu den verschiedenen Metallen.

Sie vulkanisierten auf polierte Metallplättchen von 1 qcm Fläche Kautschuk auf, und zwar verwandten sie Orangekautschuk von Ash and Sons. Sowohl das Metallplättchen wie das Kautschukklötzchen waren auf den einander abgewandten Seiten mit Oesen versehen. Während die Oese des Metalles an einem Gestell aufgehängt wurde, hakten sie an die Oese

des Kautschuks eine Wagschale, die allmählich immer stärker belastet wurde. Dabei fanden sie, daß sich der Kautschuk von den verschiedenen Metallen bei folgenden Gewichten löste:

Aluminiumbronze 0 kg, schwarz und zerfressen,
Aluminium 0 kg, ganz blank,
Kupfer 0 kg, stärker zerfressen,
Stahl und Eisen 0 kg, schwarz und zerfressen,
Nickel 3 kg, blank,
Nickelbronze 22 kg, blank,
Neusilber 4 kg, blank,
Viktoria 28 kg, sonst wie vorher,
Silber fein 0 kg, ganz zerfressen,
Platin 0 kg, blank,
Dental Alloy 36 kg, blank,
(Platin-Silberlegierung 1 : 2)
Gold fein 0 kg, fiel ganz lose ab, blank,
Gold 18 kar. 60 bis 90 kg, schwarz angelaufen,
Gold 14 bis 16 kar. 60 bis 90 kg, schwarz angelaufen,
Gold 8 kar. 19 kg, ziemlich zerfressen.

Diese Versuche wurden auch mit A. E.-Kautschuk angestellt, ohne andere Ergebnisse zu zeitigen.

Die Angaben der Tabelle, daß der Kautschuk an in der Zahnheilkunde verwandten Metallen — besonders aber an 14 bis 18 kar. Golde — mit solch ungeahnter Kraft haftet, sind so auffallend, daß schon Albrecht (12) 1904 eine Nachprüfung für unbedingt erforderlich hielt. Jedoch suchte ich in der mir zugänglichen Literatur vergeblich nach Berichten über angestellte Kontrollversuche. So schien die Arbeit von Jung und Müller der Vergessenheit anheimgefallen zu sein.

Daher wurden die Ergebnisse dieser beiden Autoren vom Verfasser im Versuchslaboratorium der Zahnklinik der Fried. Krupp A.-G., Essen, unter Aufsicht ihres Leiters Dr. h. c. Hauptmeyer sowie in der metallographischen Abteilung (Leiter Dr. Schottky) der Versuchsanstalt der Fa. Krupp, Leiter Professor Dr. Strauß, eingehend nachgeprüft.

Es kamen hier nur solche Metalle zur Untersuchung, die heute noch in der zahnärztlichen Technik zu Basisplatten verwandt werden. Besondere Aufmerksamkeit wurde auf den V 2 A-Stahl verwandt. Sämtliche Metallplättchen waren auf Hochglanz poliert; ihre Größe war in allen Fällen 1 qcm. Leider haben Jung und Müller es unterlassen, in ihrer Arbeit die Zusammensetzung der von ihnen benutzten Goldlegierungen anzugeben. Zu meinen Versuchen verwandte ich Goldlegierungen der Deutschen Gold- und Silberscheide, Düsseldorf, in denen das Gold — nach Analysen des Kruppschen Chemischen Laboratoriums — in folgendem Verhältnis mit Silber und Kupfer legiert war:

	Gold	Silber	Kupfer
Gold 20 kar.	83,6 %	11,5 %	4,9 %
„ 18 „	75,9 %	15,5 %	8,6 %
„ 14 „	61,8 %	22,3 %	15,9 %

Eingedenk der bekannten Tatsache, daß Fett und Wachs den Vulkanisierungsprozeß stören können, und nach Pfaff (10) darauf zu achten ist, daß vor dem Stopfen die Verbindungsstelle zwischen Kautschuk und Metall vollkommen schmutz- und staubfrei gemacht wird, wurde das Wachsmodell aus der Küvette sauber mit kochendem Sodawasser ausgebrüht und darauf das Metall mit einem in Aether getränkten Wattebausch abgerieben, bei Aluminium aber das Wachs nur mit heißem Wasser ohne Zusatz von Soda ausgebrüht. (Soda greift Aluminium an.)

Vulkanisiert wurde wie folgt:
Anheizen in 1½ Stunden auf 165 Grad;
Vulkanisieren 1 Stunde bei 165 Grad.

Die Versuchsobjekte wurden dem Kessel erst nach dessen vollständiger Abkühlung entnommen. Wie die Tabellen zeigen, fanden bei den Versuchen verschiedene Kautschukarten Berücksichtigung. Zu den Versuchen der ersten Tabelle wurde Black Dental Rubber verwandt.

Um Metallplättchen und Kautschukklötzchen zu trennen, mußten folgende Kräfte in kg angewandt werden:

Gold, fein . . .	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
„ 20 kar. . . .	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
„ 18 „ . . .	91	75	24	0	18,0	33	0	56,9	91	0
„ 14 „ . . .	29	0	62	63	60,5	0	74	0	60,5	0
Viktoria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zinn (rein) . . .	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aluminium . . .	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kupfer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Silber, fein . . .	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V 2 A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V 4 A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Die Oberfläche der Metalle zeigte sich nach dem Ablösen des Kautschuks wie folgt: Feingold blieb blank, das 20 kar. zeigte leichte Trübung, die Oberfläche des 18 kar. Goldes war oxydiert, des 16 kar. stärker, und das 14 kar. war stark angegriffen. Viktoriametall zeigte Oxydation, wenn auch keine so starke wie das 14 bis 18 kar. Gold. Das Zinn schillerte nach dem Vulkanisieren in Regenbogenfarben; Aluminium hatte seinen Hochglanz eingebüßt, Kupfer und Feinsilber waren sehr stark zerfressen. Der V 2 A-Stahl präsentierte sich nach dem Vulkanisieren in bestem Hochglanz, ebenso der ihm verwandte V 4 A, der in der Zahnheilkunde nicht verwandt wird. Auch die dem Stahl zugewandte Kautschukfläche war vollkommen glatt und glänzend. Ein Vergleich dieser Tabelle mit den Ergebnissen von Jung und Müller ergibt folgende Unterschiede:

Die beiden Autoren bekamen bei 14 bis 18 kar. Golde immer positive Ergebnisse, jedenfalls wird vom Gegenteil nichts berichtet. Unsere Versuche aber zeigten, daß Kautschuk nicht immer an Goldlegierungen haftet, auch wurden nicht immer Gewichte von 60 kg und darüber erreicht. Jung und Müller

haben nicht angegeben, aus wieviel Versuchen sie ihre Resultate gewonnen haben, und so besteht die Möglichkeit, daß sie nur eine ganz kleine Anzahl von Versuchen angestellt haben, und hierbei zufällig der Kautschuk immer an Goldlegierungen haftete. Den Kautschuk derart auf Viktoriametall zum Haften zu bringen, daß erst ein Zug von 28 kg beide trennen konnte — wie Jung und Müller berichten — gelang mir nicht; beide Stoffe lagen nach dem Vulkanisieren lose nebeneinander! Diese Verschiedenheit der Resultate dürfte wohl dadurch zu erklären sein, daß unter der Bezeichnung „Viktoria" von den einzelnen Schmelzen Messinglegierungen verschiedener Zusammensetzung geliefert werden.

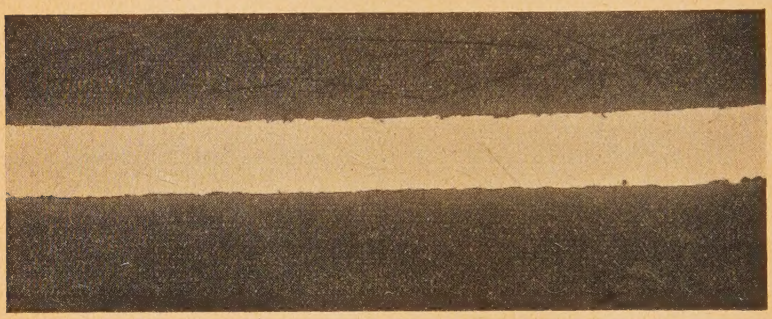

Abbildung 3.
Schliff: Gold und Kautschuk wie bei Abb. 2; keine Spaltbildung.
Vergr. 50fach.

Auch mit anderen Kautschukarten ergaben unsere Versuche kein einheitliches Ergebnis, so mit Ash Empire Brown:

	kg	kg		kg	kg
Gold fein	0		Zinn	0	
„ 18 kar. . . .	47	0	Aluminium . . .	0	
„ 16 „ . .	42	0	V2A	0	0
„ 14 „ . . .	0	0,9			

Mit beschwertem Kautschuk, dem Brophy (3) auf Aluminiumplatten besseres Haften nachsagt, gelang es ebenfalls nicht, andere Resultate zu bekommen. Pfaff (9) und Egener (6) empfehlen beim Aluminium, das Metall mit einer Lösung von Kautschuk in Chloroform oder Benzin vor dem Stopfen zu bestreichen. Auch das wurde versucht, jedoch ohne besseren Erfolg. Durch die Versuche mit schwarzem Kautschuk ist auch die Behauptung Egeners widerlegt, daß dieser auf Aluminium derart haftet, daß er sich nicht abheben läßt, sondern abgestichelt werden muß.

So haben die Versuche ergeben, daß Kautschuk von allen in der Zahnheilkunde gebräuchlichen Metallen nur an Goldlegierungen und auch hier nur bedingt haftet. Welcher Art die

Verbindung ist, wird von den einzelnen Autoren verschieden angenommen.

Müller (5) meint, daß man es „mit keiner eigentlichen Verbindung, sondern einer innigen Aneinanderschmiegung von Kautschuk und Metall" zu tun hat. Nach seiner Meinung beruht also das Anhaften von Kautschuk an Metall auf Adhäsion, also auf einem physikalischen Vorgange.

Jung und Müller äußern sich wie folgt: „Soll ein Metall gut anhaften, so muß der Schwefel bis zu einem gewissen Grade mit dem Metall eine Verbindung eingehen können." Sie erklären also den Vorgang als einen chemischen Prozeß.

Der Versuch, diese Frage durch chemische Analyse zu klären, würde eine große Menge Gold benötigen, da die Oxydationsschicht nur sehr dünn ist. Daher wurde versucht, durch mikroskopische Betrachtung der Berührungsstellen von Metall und Kautschuk an Schliffen das Problem zu lösen.

Polierte Metallplättchen von etwa 1 qcm Größe wurden in verschiedene Kautschukarten einvulkanisiert und die erhaltenen Klötzchen senkrecht zur Fläche der Metallplättchen durchgeschnitten. Die so erhaltenen Schnittflächen wurden nach Politur auf Hochglanz im großen Metallmikroskop bei 50facher Vergrößerung betrachtet. Dabei zeigte sich bezüglich der Verbindung von Kautschuk und Metall folgendes:

Metall:	Kautschuk:	Bindung:
Gold, 14 kar.	Poulson schwarz	vereinzelte Bindung
„ 18 „	„ „	Bindung einseitig auf größere Strecken
„ 20 „	„ „	kleinere Streck. gebunden
„ 24 „	„ „	stellenweise gebunden
„ 14 „	Black Dental-Rubber	im ganzen nicht gebunden
„ 14 „	„ „ „	kleine Strecke gebunden
„ 14 „	Ash Empire Brown	nur an den Enden einseitig etwas gebunden
„ 14 „	„ „ „	Enden gebunden
„ 18 „	Black Dental-Rubber	nicht gebunden
„ 18 „	„ „ „	nicht gebunden
„ 18 „	Ash Empire Brown	nicht gebunden
„ 18 „	„ „ „	Enden gebunden
V 2 A	Black Dental-Rubber	nicht gebunden
V 2 A	Ash Empire Brown	teilweise gebunden
Randolf	Black Dental-Rubber	mehr an den Enden gebunden

Es waren also bei diesen Schliffen nur berücksichtigt Gold und V 2 A, mit Ausnahme eines Präparates mit Randolf. Jedes Resultat war aus zwei Schliffen gewonnen. Unter „Bindung" sei hier das Anliegen von Kautschuk an Metall verstanden. Ein Blick auf die vorstehende Tabelle zeigt, daß diese Bindung auf der ganzen Schlifffläche in keinem Falle zustande gekommen ist. In allen Fällen fanden sich zwischen Kautschuk und Metallen Spalte von verschiedener Breite und Ausdehnung. Sie als artifizielle Gebilde anzusehen, ist man nicht berechtigt. Da das Polieren sowie Schleifen der Schlifflächen naß vollzogen

wurde, können die Spalte auch nicht durch Heißpolieren entstanden sein. Die Abbildungen 2 und 4 zeigen Spaltbildungen (allerdings an gebeizten Blechen) zum Teil in ziemlicher Ausdehnung. Es erscheint fraglich, ob diese Spalte identisch sind mit den Hohlräumen, die Wilhelm S a c h s (12) beim 12kar. Gold und anderen Metallen gesehen hat, und deren Entstehung er einer Schwefelmetallschicht zuschreibt. Nach der Tabelle tritt die Spaltbildung bei allen Metallen ein, also auch beim 18kar. Golde, welches S a c h s von diesem Fehler freispricht. Mikro-

Abbildung 4.

Schliff: V 2 A mit V 2 A-Beize gebeizt, in Black Dental Rubber eingebettet; sehr starke Spaltbildungen. Vergr. 50fach.

skopisch war ein Oxydhäutchen nicht festzustellen. Seine Feststellung wurde auch dadurch erschwert, daß das Polieren wegen der relativen Weichheit des Metalls beim Golde und seiner Zähigkeit beim V 2 A-Stahl eine feine Gratbildung hervorrief.

Nachdem nun die Zerreißversuche gezeigt hatten, daß Kautschuk an poliertem Golde nur bedingt und an poliertem V 2 A-Stahl überhaupt nicht haftet, lag der Gedanke nahe, daß durch Säuren aufgerauhtes Metall dem Kautschuk einen besseren Halt bieten könnte. Die Versuche wurden auf V 2 A-Stahl beschränkt.

Der V 2 A-Stahl wird nach dem Glühen im Salzglühofen und dem Abschrecken in Wasser in einer besonderen Beize bei 70 Grad gebeizt, wodurch er einen schönen matten Silberglanz erhält. In dieser Flüssigkeit wurden die V 2 A-Bleche unter der vorgenannten Temperatur eine Minute belassen und nach dem Abspülen der Säure in Wasser wie früher die Zerreißversuche behandelt. Die Ergebnisse waren folgende:

0 255 g 235 g

Kautschuk haftet also an mattiertem V 2 A-Stahl nicht immer. In zwei Fällen lagen aber beide Stoffe nicht ganz lose nebeneinander; es bedurfte einer allerdings ganz minimalen Kraft, um sie zu trennen. Diese, wenn auch nur geringen, positiven Ergebnisse ermutigten zu neuen Versuchen.

Sechs Versuche mit V 2 A-Blechen, die nach einem von Dr. Hoppe vom Kruppschen Laboratorium angegebenen Verfahren brüniert waren, zeigten, daß der Kautschuk in allen Fällen lose abfiel.

Auch am Stahl, den man 2½ Stunden der Einwirkung von Schwefelchlorür ausgesetzt hatte, haftete der Kautschuk nicht. Bestrich man ein so behandeltes Blech vor dem Stopfen mit der gleichen Flüssigkeit und ließ sie antrocknen, so änderte sich das Ergebnis ebenfalls nicht.

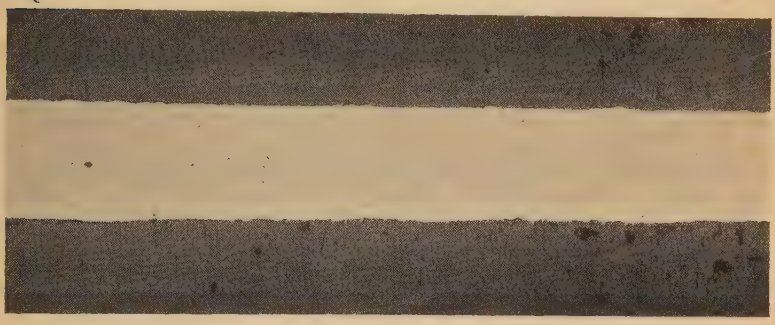

Abbildung 5.

Schliff: V 2 A und Kautschuk wie bei Abb. 4; keine Spaltbildungen. Vergr. 50fach.

Albrecht (12) versieht Aluminiumbronze mit einer kombinationsfähigen Deckschicht durch Beschwefeln; beim V 2 A brachte auch dieses Verfahren kein positives Resultat.

Eisenchloridlösung vom spez. Gew. 1,25 beizt V 2 A sehr matt. Von vier Blechen wurden zwei eine Minute in die kalte Lösung gelegt, die beiden anderen eine Minute in einer kochenden Lösung belassen, während fünf weitere Bleche fünf Minuten darin verblieben. Nach dem Vulkanisieren ergaben sich folgende Zerreißgewichte:

In Eisenchloridlösung gebeizt:

1 Min. kalt:				
0 kg		0 kg		
1 Min. gekocht:				
0 kg		7,7 kg		
5 Min. gekocht:				
0 kg	0 kg	0,75 kg	9,3 kg	9,7 kg

Während diese Beizen kochend oder doch erst angewärmt stärker auf den V 2 A-Stahl einwirken, rauht eine Salzsäure-Kupferchloridlösung ihn schon bei Zimmertemperatur an. Versuche mit V 2 A-Blechen, die 30 Minuten der Wirkung dieser Lösung bei Zimmertemperatur ausgesetzt waren, ergaben, daß sich der Kautschuk vom Metall bei folgenden Gewichten löste:

4,1 kg 8,55 kg 12,35 kg 12,7 kg.

Es zeigte sich so den bisherigen Verfahren gegenüber eine wesentliche Verbesserung. Allerdings hielt ein nur fünf Minuten gebeiztes Blech den Kautschuk nur mit einer Kraft von 0,8 kg, während ein eine Minute in kochende Lösung gelegtes Blech den Kautschuk lose abfallen ließ.

Aus den vorstehenden Versuchen ergibt sich, daß mit bestimmten Säuren gebeiztes V 2 A-Blech imstande ist, den Kautschuk zu halten. Doch sind die gewonnenen Ergebnisse nicht regelmäßig und einheitlich.

Auch von gebeizten Blechen wurden Schliffe angefertigt, an denen folgende Beobachtungen gemacht wurden:

In Salzsäure gebeizt:

Metall:	Kautschuk:	Bindung:
Gold 14 kar.	Black-Dental-Rubber	2 Blasen, sonst gebunden
„ 14 „	„ „ „	Enden gebunden
„ 14 „	Ash-Empire-Brown	Enden gebunden
„ 18 „	Black-Dental-Rubber	Enden gebunden
„ 18 „	„ „ „	Enden gebunden
„ 18 „	„ „ „	Vereinzelte Stellen gebunden
Randolf	„ „ „	an den Enden etwas gebunden

Mit V 2 A-Beize behandelt:

Metall:	Kautschuk:	Bindung:
V 2 A	Black-Dental-Rubber	teilweise gebunden
V 2 A	Ash-Empire-Brown	zur Hälfte gebunden, einseitig

Die Abbildungen 2 bis 5 zeigen photographische Aufnahmen von Schliffen aus der vorstehenden Tabelle, die durch das große Metallmikroskop gewonnen sind. Die Bilder lassen teilweise gute Bindung zwischen Kautschuk und Metall, zum Teil starke Spaltbildungen erkennen.

Die Tabelle läßt eine leichte Besserung der Bindung erkennen: Bei keinem Präparat liegen Metall und Kautschuk ganz lose nebeneinander, wie das in der Schlifftabelle der ungebeizten Bleche mehrmals vermerkt ist; auch sind zwei Fälle — 14 kar. und 18 kar. Gold in Black Dental Rubber — gebucht, in denen eine innige Anlagerung von Kautschuk an Metall auf der ganzen Linie stattgefunden hatte.

Gebeizte Bleche, auf die der Kautschuk als Lösung in Aether aufgestrichen war, und erst nach dem Verdunsten des Aethers der Kautschuk gestopft wurde, zeigten auch kein einheitliches, regelmäßiges Resultat.

Kautschuk in Aether gelöst:

Metall in Salzsäure gebeizt:

Metall:	Kautschuk:	Bindung:
Gold 18 kar.	Black Dental-Rubber	gebunden, vereinzelt Blasen
„ 18 „	Ash-Empire-Brown	an den Enden kleine Strecken gebunden
„ 14 „	„ „ „	Enden gebunden
V 2 A	Black Dental-Rubber	vereinzelt gebunden

Metall in V 2 A-Beize gebeizt:

V 2 A	Black Dental-Rubber	undichte Bindung.

So ist hiermit nicht erwiesen, daß durch gelösten Kautschuk ein besseres Anliegen von Kautschuk an Metall — wie es Pfaff (9) und Egener (5) behaupten — zu erzielen ist.

Schliffe, bei denen der V 2 A-Stahl vor dem Vulkanisieren in Eisenchloridlösung gebeizt war, ergaben folgende Bilder:

Metall zur Hälfte gebeizt:

Metall:	Kautschuk:	Bindung:
V 2 A	Black Dental-Rubber	nicht gebunden
V 2 A	Ash-Empire-Brown	an einem Ende kleine Bindung

Metall ganz gebeizt:

V 2 A	Black Dental-Rubber	gebunden
V 2 A	Ash-Empire-Brown	größtenteils gebunden.

Die mikroskopischen Resultate — es kommen hier nur die ganz gebeizten Bleche als ausschlaggebend in Betracht — entsprechen also den bei den Zerreißversuchen gewonnenen.

Es ist nunmehr folgendes festzuhalten:

Kautschuk haftet an poliertem Golde nicht immer, in einem Teil der Versuche aber doch mit einer Kraft bis zu 91 kg auf 1 qcm. Eine Verbesserung des Haftens durch Bestreichen mit Kautschuklösung, sowie ein besseres Haften einer einzelnen Kautschuksorte konnte nicht erwiesen werden.

Die Ursache des Anhaftens wie auch des Nichtanhaftens konnte nicht gefunden werden. Es konnte nicht entschieden werden, ob hier eine chemische oder physikalische Bindung vorliegt.

Von Viktoriametall fiel der Kautschuk lose ab. Dieses Ergebnis steht zu den Angaben Jungs und Müllers (17) in Widerspruch.

An poliertem V 2 A-Stahl hält Kautschuk nicht.

Bei mit verschiedenen Säuren gebeiztem V 2 A-Stahl ist ein Anhaften des Kautschuks zu erreichen, doch sind die Ergebnisse nicht regelmäßig und einheitlich. Die besten Resultate zeitigte mit Salzsäurekupferchloridlösung 30 Minuten kalt gebeizter Chromnickelstahl; das Spitzenergebnis war 12,7 kg auf 1 qcm.

So ist wegen des unregelmäßigen Anhaftens des Kautschuks auf Metallplatten — auch bei Gold und gebeiztem Chromnickelstahl — zurzeit noch die größte Aufmerksamkeit dem Anbringen von geeigneten Haftpunkten zur festen und dauerhaften Verankerung des Kautschuks auf der Metallbasis zuzuwenden.

Die beste Gewähr für eine gute Befestigung des Kautschukwalles auf der Basisplatte bietet bei Gold und V 2 A das Anbringen von Stegen in Verbindung mit Netzblech oder Drahtgaze und innerem Abschlußdraht, wie es auf Veranlassung von Hauptmeyer (25) bei Kunstgebissen aus V 2 A heute geübt wird.

Die Durchführung dieser Methode bei V 2 A-Platten ist folgende: Drahtnetz aus V 2 A-Stahldraht von 0,2 mm Stärke und einer Maschenweite von 1mm wird auf den Alveolarteil der Platte, soweit dieser vom Kautschukwall bedeckt werden soll, gelegt. Mit dem elektrischen Punktschweißapparat wird die Gaze an ihrem Rande rundherum an die Basisplatte an-

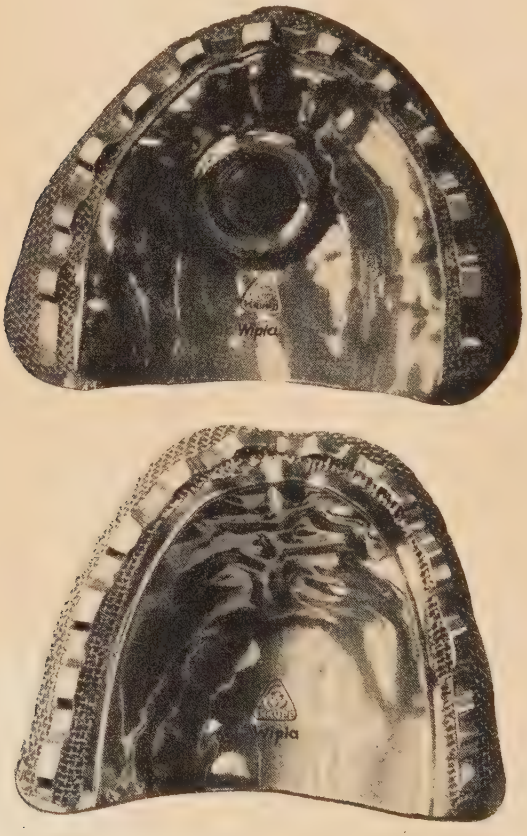

Abbildung 6.

Stahlplatten für den Oberkiefer mit aufgeschweißtem Drahtnetz, Stegen und Abschlußdraht zur Befestigung des Kautschuks. Musterplatte unten.

geschweißt. Ein Stanzen des Drahtnetzes — wie es Müller bei seinem Siebblech aus Gold anwenden muß — erübrigt sich. Das Drahtnetz läßt sich leicht mit der Hand anbiegen; auch hilft der Druck der Elektroden des Schweißapparates mit. In Fällen, wo durch tiefen Biß der für die Gaze bestimmte Raum sehr eng ist, verwendet man Gaze von 0,17 mm Drahtstärke und 0,5 mm Maschenweite. Am inneren Rande der Gaze wird

ein Abschlußdraht von 0,8 mm Stärke zur inneren Begrenzung des Kautschukwalles angeschweißt, und endlich wird auf dem Alveolarkamm der Platte ein 1,0 bis 1,5 mm breiter wellenförmig gebogener Blechstreifen aus Plattenblech (0,35 mm Stärke) mittels Punktschweißung über der Gaze angebracht. In den weitaus meisten Fällen begnügt man sich mit einem solchen Streifen — Halteband, Steg oder auch „Brücke" genannt. Die Bogen dieses Bandes haben eine Höhe von 2 mm und eine Spannweite von 5 mm. Die Abbildungen Nr. 6 und 7 zeigen solche Stahlplatten mit Gaze, Halteband und Abschlußdraht.

So ist ein mittelgroßes Oberstück — z. B. eine der bekannten Musterplatten (Abb. 6) — mit etwa 12 qcm Drahtgaze, einem etwa 10 cm langen Abschlußdraht sowie 10 bis 12 durch das Halteband gebildeten Oesen armiert.

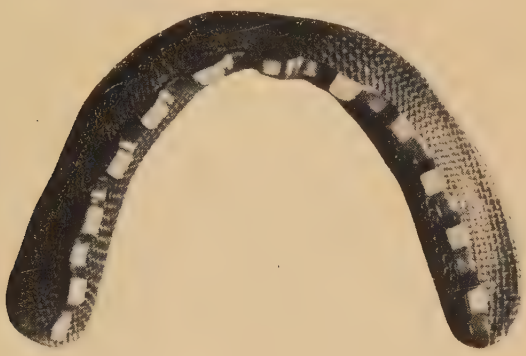

Abbildung 7.

Stahlplatte für den Unterkiefer mit aufgeschweißtem Drahtnetz und Halteband zur Befestigung des Kautschuks.

Ueber die Haltbarkeit dieser Haltevorrichtung für den Kautschuk waren in der Kruppschen Zahnklinik Versuche angestellt worden, deren Ergebnisse mir vorliegen. Es hat sich gezeigt, daß es nicht gelang, den Kautschukwall samt Gaze, Steg und Abschlußdraht zu entfernen, sondern daß der Kautschuk schon vorher in sich selbst brach. Es schien mir wichtig, diese Resultate nachzuprüfen. Diese Untersuchungen auch auf Platten aus anderen Metallen wie Aluminium, Goldersatzmetallen, Gold und Platin auszudehnen, erübrigt sich. Meine Zerreißversuche nach dem Verfahren von Jung und Müller haben ja gezeigt, daß auf keinem dieser Metalle der Kautschuk ohne besondere mechanische Hilfsmittel mit Sicherheit haftet. Die Verankerung kann daher nur mechanisch durch Haftpunkte erfolgen. Mithin beruht die Festigkeit der Verankerung des Kautschuks an den verschiedenen Metallplatten auf der Zerreißfestigkeit der Haftpunkte aus dem betreffenden Metall.

Alle diese Metalle haben aber nach Hauptmeyer (2) eine geringere Festigkeit als V 2 A-Stahl. So sind die Festigkeitszahlen für 1 qmm bei Randolf 41 kg, Gold 18 kar. 43 kg, Platin zirka 60 kg, für V 2 A aber 80 kg. Aus diesen Zahlen kann man entnehmen, daß die Haltevorrichtungen an Platten aus allen anderen Metallen eine weit geringere Festigkeit haben als solche an V 2 A-Stahlplatten. Außerdem ist die Verwendung dieser Metalle durch die Einführung des Chromnickelstahles in die Zahnheilkunde merklich zurückgegangen. Die unedlen goldfarbig aussehenden Metalle besitzen keine genügende Korrosionssicherheit und sind gesundheitsschädlich, wie die Arbeiten von Friebe (26), Schoenbeck (27) und Weikart (28) beweisen. Die Edelmetalle sind wegen ihres hohen Preises nur für einen kleinen Teil des deutschen Volkes erschwinglich.

Um nun die Haltbarkeit der Haftstellen an V 2 A-Platten und auch ihre Wirkung zu erproben, ging ich folgendermaßen vor:

Bei oberen Musterplatten mit Gaze, Steg und Abschlußdraht wurde jede der beiden Hälften des Alveolarteiles mit einem Kautschukwall versehen, der in der Höhe der Kauebene eine starke Oese trug. Der Gaumenteil der Platte wurde durch ein aufgeschweißtes 0,6 mm starkes Blech verstärkt und erhielt in gleichem Abstand von den Enden der Kautschukwälle ein Loch. Dieses Loch nahm eine Schraube auf, an welcher ein breites 0,6 mm starkes Stahlband durch eine Mutter befestigt wurde. Die Versuchsanordnung erläutern die Abbildungen 8 und 9.

Beim Zerreißversuch wurde die Oese eines Kautschukwalles mit dem einen, der mit der Basisplatte verschraubte Blechstreifen mit dem anderen Arm einer Zerreißmaschine verbunden, so daß ein in der Kauebene liegender — also praktisch beim Kauakt vorkommender — Zug auf den Kautschukwall ausgeübt wurde.

Es gelang nicht, den Kautschuk samt Haftpunkten von der Platte abzureißen, vielmehr brach der Kautschuk — es wurde Black Dental Rubber verwandt — in sich selbst bei:

147 kg 148 kg 120 kg.

Die Abbildung 10 zeigt eine solche Platte nach dem Zerreißversuch.

Auch Ergebnisse aus gleichartigen Versuchen der Kruppschen Zahnklinik mit Platten, die nur mit einem Halteband armiert waren, lagen mir vor. Die Durchschnittsfestigkeit des Kautschukwalles war 75 kg. Meine Nachprüfungen ergaben folgende Zahlen:

55 kg 143 kg 124 kg 92 kg.

Beim ersten Versuch (55 kg) wurden von den sechs Oesen des Haltebandes drei abgerissen. Bei dem vierten Versuch löste sich bei einem Zug von 92 kg der Kautschukwall mitsamt dem ganzen Halteband von der Platte, wie Abbildung 10 zeigt.

Diese beiden schlechten Resultate kann man auf einen Fehler beim Aufschweißen der Haltebänder zurückführen. In den anderen Fällen hielten die Haltebänder den Zug aus, bis der Kautschuk in sich selbst brach.

Ein Versuch mit einer Platte, deren eine Alveolarhälfte mit zwei H-förmigen Einschnitten von 15 × 2 mm versehen war, und bei der die Zungen umgebördelt waren (wie in Abbildung 1), ergab eine Zerreißfestigkeit von 43,5 kg. Zwei Zungen waren von der Platte abgerissen und steckten im Kautschukwall, während die beiden übrigen sich aus dem Kautschuk herausgezogen hatten.

Es zeigte sich also, daß die z. Zt. bei Stahlplatten geübte Befestigungsart (Gaze, Steg und Abschlußdraht) die besten Ergebnisse zeitigte. Der Verfasser war sich allerdings darüber klar, daß diese Daten nicht einfach in die Praxis übersetzt werden können.

Abbildung 8.

Stahlplatte mit Kautschukwällen zur Erprobung der Haltbarkeit der Haftpunkte für den Kautschuk.

Bei der praktischen Beanspruchung kommt noch ein wichtiges Moment hinzu: die Ermüdung. Bei den Zerreißversuchen tritt diese Erscheinung nicht auf, wohl aber bei der langdauernden Beanspruchung durch den Kauakt. Bei der Befestigung durch einen Steg allein wird der Kautschukwall beim Kauakte um den Steg als Drehpunkt bewegt und so das Halteband in hebelnde Bewegungen versetzt. Diese, wenn auch nur

ganz geringen Biegungen und Zerrungen werden mit der Zeit in dem Metall Veränderungen des Gefüges hervorrufen. Das Metall „ermüdet“ — wie der technische Ausdruck lautet — und gibt nach, es zerreißt. Dieses Schaukeln des Kautschukwalles um das Halteband als Drehpunkt ist bei der Befestigung durch Gaze ausgeschlossen, da der Kautschuk hierdurch auf der ganzen Berührungsfläche mit der Basisfläche verbunden ist. So ist die Befestigung des Kautschuks auf Metallplatten auch bei praktischer Beanspruchung am besten gewährleistet durch Gaze, Stege und Abschlußdraht.

Selbstverständlich müssen diese Haftpunkte sorgfältigst auf die Platte gelötet bzw. geschweißt werden. Beim Stahl ist

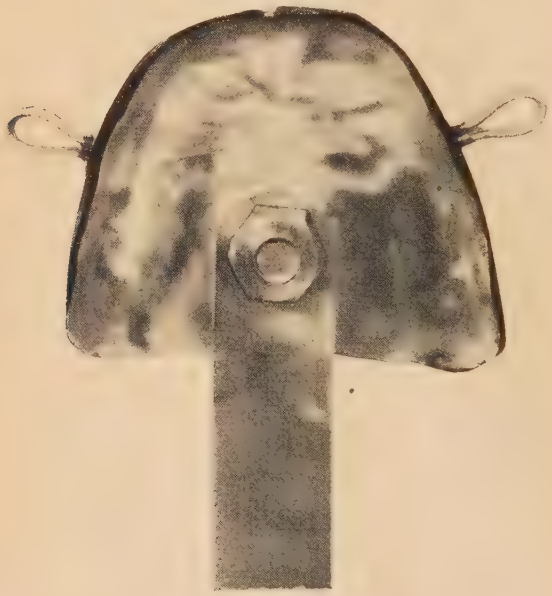

Abbildung 9.
Rückseite der Platte aus Abb. 8.

bei nicht ganz fettfreien Schweißstellen eine gute Schweißung nicht zu erwarten. Wiederum wird durch zu starkes Schweißen das Metall mürbe. Das Metall schmilzt beim elektrischen Schweißen an der Schweißstelle. Nach dem Erkalten zeigt die Schweißstelle eine Strukturveränderung des Metalles und eine dadurch bedingte geringere Festigkeit. Bei zu langem und zu starkem Schweißen wird wohl die Gefügeveränderung und so die Sprödigkeit der Schweißstelle noch weiter erhöht.

So ist also die Befestigung des Kautschuks durch Gaze, Stege und Abschlußdraht an Metallplatten — bei sorgfältigster Herstellung der Haftpunkte — die beste Befestigungsart, die

wir kennen. Für die Chromnickelstahlplatten beweisen das neben meinen Versuchen ganz besonders die langjährigen Erfahrungen der Kruppschen Zahnklinik.

Zusammenfassung.

Bei Kunstgebissen aus Metall ist die Verwendung von Kautschuk zum Teil unerläßlich. Um den Kautschukwall auf der Metallbasis zu befestigen, sind in der einschlägigen Literatur eine Anzahl mehr oder minder brauchbare Verfahren angegeben. Die z. Zt. am meisten geübte Methode ist das Anbringen von Haltebändern, Drahtgaze und Abschlußdraht. Jung und Müller haben 1897 Versuche angestellt, um die

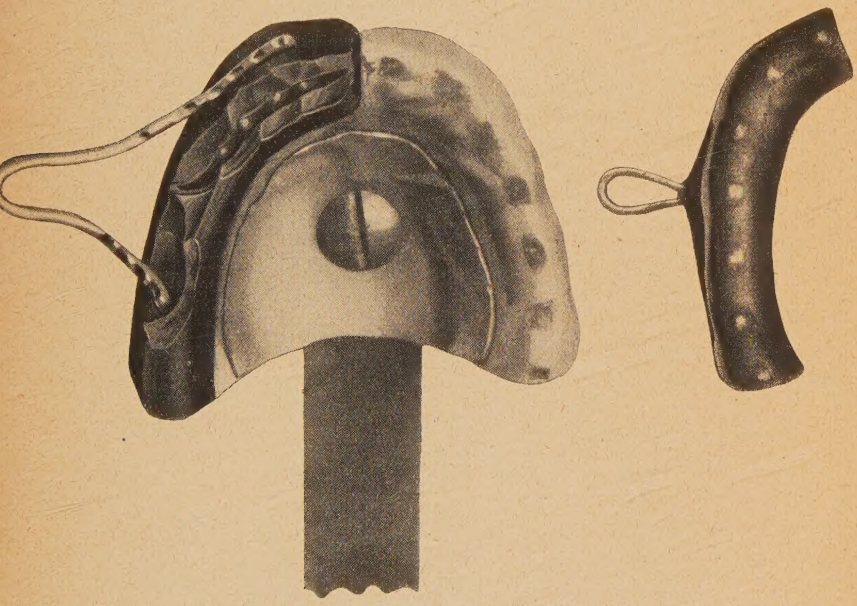

Abbildung 10.

Stahlplatte aus den Abb. 8 und 9 nach dem Zerreißversuch. Die Platte war auf der rechten Seite nur mit einem Halteband armiert, das bei einer Belastung von 92 kg mitsamt dem Kautschukwall abgerissen wurde. Auf der linken Seite hielten die Haftpunkte, bestehend aus Drahtnetz, Steg und Abschlußdraht, einen Zug von 120 kg aus, bis der Kautschuk in sich selbst brach.

Kraft zu messen, mit der der Kautschuk ohne Haftpunkte auf polierten Metallflächen haftet. Sie berichteten, daß Kautschuk an 16- bis 18-kar. Goldlegierungen mit einer Kraft von 60 bis 90 kg auf 1 qcm haftet. Von Feingold fiel der Kautschuk lose ab. An anderen Metallen hielt der Kautschuk zum Teil nicht, zum Teil mit geringerer Kraft. Eine eingehende Nachprüfung

dieser Angaben wurde vom Verfasser durch zahlreiche Versuche vorgenommen, wobei unter den Metallen der Kruppsche Chromnickelstahl von der Marke V 2 A besondere Berücksichtigung fand. Es zeigte sich, daß Kautschuk an Goldlegierungen nicht mit Sicherheit haftet, in einigen Fällen (bei 18 kar. Gold) aber mit einer Kraft bis zu 91 kg auf 1 qcm. Auf poliertem V 2 A-Stahl haftet der Kautschuk überhaupt nicht. Auf V 2 A-Blech, das durch verschiedene Säuren aufgerauht ist, hält der Kautschuk in einigen Fällen. Das beste Ergebnis war 12,7 kg auf 1 qcm. An mikroskopischen Schliffen konnte nicht festgestellt werden, ob es sich beim Anhaften des Kautschuks am Metall um einen physikalischen oder einen chemischen Vorgang handelt. Das Anhaften erfolgt nicht mit Sicherheit. Eine sichere Befestigung des Kautschuks ohne mechanische Haftpunkte ist daher auf keiner Metallbasis möglich. Die bei den Kruppschen Stahlplatten heute verwandten Haftpunkte, bestehend aus Drahtgaze, Haltebändern und Abschlußdraht, verankern den Kautschukwall in der bestmöglichen Weise. Das beweisen die mit solchen Platten vorgenommenen Zerreißversuche und besonders die langjährigen praktischen Erfahrungen der Kruppschen Zahnklinik.

Am Ende dieser Arbeit ist es dem Verfasser eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. Strauß sowie Herrn Dr. Schottky von der Versuchsanstalt der Friedr. Krupp A. G. Essen für die Unterstützung, die sie dem Verfasser bei der Ausführung der Versuche haben angedeihen lassen, herzlichst zu danken. Zu ganz besonderem Dank ist der Verfasser aber dem Leiter der Kruppschen Zahnklinik, Herrn Dr. h. c. Hauptmeyer, verpflichtet für die Anregung zu dieser Arbeit, die vielfachen Ratschläge, sowie dafür, daß er die Einrichtungen der Klinik so bereitwilligst für die Versuche zur Verfügung stellte.

Schriftennachweis:

1. Hauptmeyer: Ueber die Verwendung von rostfreiem Stahl in der Zahnheilkunde. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 1920, Heft 1.
2. Hauptmeyer: Ueber Gebißplatten aus nichtrostendem Stahl. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 1920, Heft 5, Seite 129.
3. Brophy: Kautschuk auf Aluminiumplatten. Dental Era. Ref. Schweizerische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde 1909, S. 345.
4. Lengler: Aluminiumgußplatten. Deutsche Zahnärztliche Wochenschrift 1920, Nr. 23, S. 146.
5. Müller, Eug.: Zahnärztliche Metalltechnik. Verl. Ziegenhirt, Leipzig 1907, Seite 214.
6. Egener: Aluminiumarbeiten für Zahnärzte.
7. Detzner: Praktische Darstellung der Zahnersatzkunde. Verl. Ash u. Sons, Berlin 1885, S. 217.
8. Telchow: Die praktische Verwendung des Aluminiums zum Zahnersatz.
9. Pfaff: Die Verwendung des Aluminiums im Allgemeinen und seine Verwendbarkeit in der Zahntechnik im Besonderen. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 1903, S. 165.
10. Preiswerk: Zahnärztliche Technik. Verl. Lehmann, München 1911, Seite 366 ff.

11. Scheff: Handbuch der Zahnheilkunde. Band III. S. 270 ff. Verl. Hölder, Wien 1904.
12. Albrecht: Die Kombination von Kautschuk mit Metall zur Verstärkung der Grundplatte des Zahnersatzes. Odontologische Blätter 1904 und 1905.
13. Hagelberg: Saugebandgebisse. Deutsche Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde 1880, Seite 136.
14. Hauer: Die kombinierten Gebisse, ihre Bedeutung und Anwendung. Zahnärztliche Rundschau 1922, Seite 484.
15. Grawinkel: Die Technik des Goldgusses.
16. Gäng: Im Bericht über die Versammlungen des Vereins Heidelberger Zahnärzte. Deutsche zahnärztliche Wochenschrift 1908, Seite 197.
17. Jung und Müller: Einige Versuche über das Vulkanisieren des Kautschuks. Korrespondenzblatt für Zahnärzte 1897, Seite 9.
18. Downie: New Attachement for Vulkanite on a Goldbase. Dental Cosmos 1891, Seite 246. Ref.: Korrespondenzblatt für Zahnärzte 1891, Seite 257.
19. Bruhn: Nichtrostender Stahl, Gold, Kautschuk und andere Materialien als Plattenbasis. Zahnärztliche Rundschau 1922, Nr. 21, Seite 328.
20. Bahls: Ueber den rostfreien Kruppschen Stahl. Zahnärztliche Rundschau 1922, Nr. 21, Seite 328.
21. Silbermann: Der rostfreie Stahl der Friedr. Krupp-Aktien-Gesellschaft. Zahnärztliche Rundschau 1922, Nr. 1, Seite 9.
22. Fenchel: Die nichtrostenden Stahle. Deutsche zahnärztliche Wochenschrift 1924, Nr. 14.
23. Sachs: Anderthalb Jahre Erfahrung mit Krupps Wipla-Stahlgebissen. Zahnärztliche Rundschau 1926, Nr. 7, S. 197.
24. Strauß und Maurer: Die hochlegierten Chromnickelstahle als nichtrostende Stahle. Kruppsche Monatshefte, August 1920.
25. Hauptmeyer: Der Werdegang des Stahlgebisses. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 1925, Heft 12.
26. Friebe: Ueber das Kosmosmetall. Deutsche Zahnheilkunde, Heft 45. Verl. Thieme, Leipzig 1921.
27. Schoenbeck: Materialienkunde. Verl. Meusser, Berlin 1920.
28. Weikart: Erfüllt das Randolfmetall in der Zahnheilkunde die Forderungen, die an ein brauchbares Goldersatzmetall zu stellen sind? Deutsche Zahnheilkunde Heft 45. Verl. Thieme, Leipzig 1921.

Lebenslauf.

Am 27. März 1901 wurde ich als Sohn des damaligen Kreisassistenzarztes Dr. Paul Saehrendt und seiner Ehefrau Lisbeth, geb. Lehnert, in Zeven (Hannover) geboren. Nach der Versetzung meines Vaters nach Rastenburg (Ostpreußen), besuchte ich ab Ostern 1907 drei Jahre die dortige Bürgerschule und ab Ostern 1910 bis zum Herbst 1917 die „Herzog-Albrecht-Schule" (Reformgymnasium) zu Rastenburg. Nach der Versetzung meines Vaters nach Gelsenkirchen besuchte ich ab Herbst 1917 das „Städtische Gymnasium" Essen-Rüttenscheid, wo ich am 14. Februar 1921 das Zeugnis der Reife erhielt. Am 2. Mai 1921 wurde ich als Studierender der Zahnheilkunde an der Universität Königsberg immatrikuliert: Meine speziell zahnärztliche Ausbildung erhielt ich dort durch Herrn Professor Dr. Adloff. Am 23. Februar 1923 bestand ich vor der Zahnärztlichen Vorprüfungskommission zu Königsberg unter dem Vorsitze von Herrn Professor Dr. Weiß die zahnärztliche Vorprüfung mit der Zensur „Gut". Nach einem klinischen Semester erhielt ich am 5. November die Matrikel der Universität Marburg. Nach weiteren vier Semestern, in denen ich meine speziell zahnärztliche Ausbildung durch Herrn Professor Dr. Seidel erhielt, bestand ich nach einem Studium von insgesamt 8 Semestern am 17. Juli 1925 vor der zahnärztlichen Prüfungskommission zu Marburg unter dem Vorsitze von Herrn Professor Dr. Gürber die zahnärztliche Prüfung mit dem Prädikat „Gut". Am 28. Juli 1925 wurde mir durch den Herrn Minister für Volkswohlfahrt in Preußen die Approbation als Zahnarzt erteilt. In den Universitätsferien Herbst 1921, Herbst 1924 und Ostern 1925 war ich im technischen Laboratorium der Kruppschen Zahnklinik (Leiter: Dr. h. c. Hauptmeyer) Essen-Ruhr als Praktikant tätig. Nach dem Staatsexamen arbeitete ich an der Kruppschen Zahnklinik in Essen-Ruhr unter Aufsicht ihres Leiters, Herrn Dr. h. c. Hauptmeyer, an meiner Dissertation: „Ueber die Verbindung des Kautschuks mit Metallplatten unter besonderer Berücksichtigung des Kruppschen Chromnickelstahles (V 2A- oder Wipla-Metall). Seit dem 1. Mai 1926 bin ich als Famulus in der Abteilung für Zahnerhaltung des Zahnärztlichen Institutes (Direktor: Prof. Dr. Seidel) der Universität Marburg tätig.